répandu, tout au moins en France, qu'on ne l'a supposé jusqu'à présent.

SUR LA FLORE BRYOLOGIQUE DES GROTTES DU MIDI DE LA FRANCE; par MM. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE et J. MAHEU.

Les explorations qui ont été entreprises pendant les dernières années avec la collaboration de M. A. Viré, attaché au Muséum d'histoire naturelle, comprennent plus de cinquante grottes et avens appartenant aux départements du Tarn, de la Lozère, de l'Hérault, du Lot et de la Corrèze. Outre des recherches approfondies sur le régime hydrographique ancien et actuel, le mode de remplissage des grottes et le rôle de ces cavités relativement à l'hygiène publique (1), ces explorations ont permis d'amasser des documents sur la faune et la flore souterraines. Dans une Note publiée précédemment (2), l'un de nous a étudié la flore mycologique et lichénologique de ces cavités. Nous nous proposons dans ce travail de jeter un coup d'œil sur la flore des Mousses et sur les variations survenues chez les individus qui la composent.

Si l'on examine les cavernes et les gouffres de nos grands causses, on constate le plus souvent que la flore est composée presque uniquement de Cryptogames. Les Phanérogames ne trouvent guère de conditions favorables à leur développement, étant données la pauvreté du substratum nourricier et les mauvaises conditions de l'atmosphère, telles que vents violents, pluies torrentielles, etc.

On peut facilement diviser la flore en quatre zones : 1° zone de la surface; 2° zone des parois; 3° zone du fond (obscurité partielle); 4° zone des galeries (obscurité totale). La quatrième zone ne renfermerait que des Champignons et des Algues, les trois autres peuvent montrer des Muscinées.

Nous allons examiner la flore bryologique de quelques-unes de ces cavernes.

(1) A. Viré, J. Maheu et Cord, *Six semaines d'explorations dans les Causses* (*Bull. du Club cévenol*, nos 1 et 2, 1899).

(2) J. Maheu, *Florule des avens des Causses Méjean et de Sauveterre* (*Bull. du Muséum d'Hist. nat.*, n° 5, 1900).

Massif de la Gardiole (Hérault).

Les investigations ont porté principalement sur la partie littorale, entre les étangs de Vic et de Thau et les monts de la Gardiole.

La flore avoisinante est celle des rivages méditerranéens, avec les espèces caractéristiques adaptées aux terrains calcaires. La plupart des cavités d'où s'écoulent les eaux sont impénétrables. Deux d'entre elles ont cependant pu être explorées : la grotte du Mas Argeliès qui est un lac souterrain, situé au niveau d'une rivière souterraine et alimenté par des fissures de fond. Cette grotte, qui fut ouverte artificiellement, est souvent complètement remplie d'eau. L'obscurité y est absolue, et elle s'est montrée tout à fait dépourvue de Mousses. Elle appartient en somme à la quatrième des zones déterminées plus haut.

En second lieu, la rivière de la Madelaine, dont le cours est souterrain, n'a pu être pénétrée, vu la présence d'acide carbonique qui y apparaît de temps à autre, surtout en été. Cependant, dans une première salle encore exposée aux rayons solaires et relativement sèche, plusieurs espèces intéressantes ont pu être recueillies. Ce sont :

Eurhynchium striatulum Br. eur. — Les échantillons stériles, très rabougris, réduits à quelques brins, sont pourtant encore facilement reconnaissables. Ils n'appartiennent pas cependant, malgré leur station cavernicole, à la var. *cavernarum* de Molendo, qui est beaucoup plus vigoureuse. On sait que cette espèce est fréquente sur les rochers calcaires ombragés, dans la région méditerranéenne. Comme variation anatomique, il nous a paru seulement que les cellules moyennes des feuilles étaient un peu plus courtes que dans le type.

Eurhynchium circinatum Br. eur. — Stérile, mais assez abondant. Cette espèce est répandue comme la précédente dans la région méditerranéenne, sans y être toutefois limitée. Les échantillons recueillis diffèrent un peu à première vue du type. Les feuilles, à sec, sont moins nettement imbriquées et les rameaux moins recourbés ou même entièrement droits. La structure des

feuilles ne nous a pas montré de différences bien essentielles avec le type.

? *Brachythecium velutinum* Br. eur. — Stérile.

Leptodon Smithii Mohr. — Le type et la variété *filescens* Ren. ont été recueillis tous deux. Nous n'avons pas observé de modifications anatomiques importantes. — Stérile.

Orthotrichum saxatile Brid. — Forme des rochers calcaires. — Fertile.

Cette flore bryologique, on le voit, a beaucoup d'affinités avec celle de la région méditerranéenne, au milieu de laquelle se trouve le massif de la Gardiole. La grotte de la Madelaine pourrait se placer dans la troisième zone (obscurité partielle). Il est intéressant de voir que des Mousses d'une région relativement chaude et sèche, comme l'est la région méditerranéenne, puissent se développer dans ces conditions. Mais on remarquera en même temps que les espèces qui présentent cette adaptation sont précisément de celles qui se rencontrent aussi en dehors de la région et qui, en France, s'étendent assez loin au Nord, surtout en suivant les côtes de l'Océan et de la Manche.

Grottes de Caucalières (Tarn).

La rivière du Thoré, affluent de l'Agoût, circule en nombreux méandres à travers les calcaires qu'elle a percés en divers points, et qui lui fournissent de nombreuses sources souterraines. Les grottes sèches sont d'anciennes dérivations reliant entre eux divers coudes du Thoré. Ces grottes ont été abandonnées par l'eau à la suite de l'approfondissement du lit actuel.

A l'ouverture de ces cavités on rencontre : *Hypnum cupressiforme* L., *Rhynchostegium murale* Br. eur., *Bryum argenteum* L. passant à la variété *lanatum* Schimp., *Frullania dilatata* Dum.

Une dérivation encore en activité, qui absorbe toute la rivière aux basses eaux, se trouve à 1 kilomètre en aval (Perte du Thoré). Sur ce point le *Fontinalis antipyretica*, abondant dans les eaux éclairées, cesse brusquement de végéter dès que l'eau pénètre sous la voûte où elle s'engouffre; la ligne de démarcation est tout à fait nette. Sur une certaine distance cependant, on trouve encore

quelques Mousses : *Rhynchostegium rusciforme* Br. eur., fertile, *Amblystegium confervoides* Br. eur.? Ce sont les Hépatiques qui atteignent la plus grande profondeur avec le *Pellia epiphylla*. Les rochers, au niveau de la perte, portent aussi *Hypnum cuspidatum* L.

La grotte de Font-Brandesques, affluent souterrain du Thoré, présente les mêmes espèces, mais mieux développées et ne se rencontrant qu'à l'orifice de la caverne.

Dans la profondeur on trouve aussi *Eucladium verticillatum*, et un *Grimmia* indéterminé spécifiquement.

Montagne Noire (Tarn).

Les collines qui ont été explorées dans la Montagne Noire sont celles où s'ouvrent les grottes de Polyphème, et celles du Calel et de la Feindeille, près Sorèze. Leur altitude est relativement faible (500 mètres environ), et leur flore est celle des coteaux arides. Les champs sont souvent cultivés ou servent de pâturages aux moutons, la végétation spontanée y est donc gênée. Bon nombre de Mousses se trouvent cependant dans la région, surtout aux environs des grottes, et plusieurs pénètrent à l'intérieur, jusqu'au point où cesse complètement l'action des rayons solaires.

Près de l'ouverture de la grotte du Calel on voit *Hypnum cupressiforme* L. et *Pogonatum aloides* P. B., ce dernier en fruit. A l'orifice même : *Hypnum cupressiforme* L. stérile (variété voisine de l'*uncinatum*), *Hypnum molluscum* Hedw., var. *squarrosulum!* et *condensatum ?*, *Anomodon viticulosus* Hook. et Tayl., *Orthotrichum affine* Schrad., fertile, *Barbula muralis* Timm., fertile, *Grimmia pulvinata* Sm., fertile, *Grimmia* (deux espèces indéterminées), *Frullania Tamarisci* Dum.

Plus profondément, on ne rencontre plus guère que des Hépatiques : *Madotheca platyphylla*, *Frullania Tamarisci*, *Jungermannia attenuata*, *Lejeunia serpillifolia*.

Causses Méjan et de Sauveterre (Lozère).

Nous avons étudié dans cette région la flore de différents avens variant de 30 mètres à 212 mètres de profondeur. Sur les bords, à l'ouverture même des gouffres, les espèces sont peu nombreuses

et mal représentées; en effet, dans la formation des gouffres, il y a eu dénudation des roches, qui ont été lavées par les eaux de pluie, laissant ainsi trop peu de sol nourricier, pour donner naissance à une végétation luxuriante.

Voici les principales espèces observées dans ces différents gouffres :

Hypnum cupressiforme L., stérile (Aven de Corgne).

Thamnium alopecurum Br. eur., stérile (Aven de Costos-Planos).

Plagiothecium elegans Br. eur., stérile (Aven de Gousinès, par 20 et 30 mètres de profondeur).

Eurhynchium Stokesii Br. eur., stérile (Aven de Costos-Planos).

Neckera crispa Hedw., stérile (Avens de Plô del Biau, etc.); dans les feuilles moyennes les nervures manquent souvent, ou bien une seule des deux existe. L'acumen de la feuille est large et court, souvent peu marqué ; les dents sont très faibles et presque nulles.

Mnium undulatum Neck., stérile. Les échantillons du fond de l'Aven de Corgne (103 mètres de profondeur) sont très décolorés, tachés de jaune et de vert avec nervure brune; les dents sont plus espacées, moins nombreuses et plus faibles que dans le type.

Encalypta sp.?, stérile (Aven de Costos-Planos).

Barbula sp.?, stérile (Fond de l'Aven de Corgne, 103 mètres). Ces échantillons sont envahis par une masse filamenteuse vert pâle ou blanchâtre, d'aspect protonémique. Il se pourrait que l'on eût simplement affaire ici à une Algue implantée sur les feuilles de la Mousse. Mais ces filaments ayant leur point de départ constant sur quelques cellules étroitement localisées vers la partie supérieure des feuilles, tout à fait contre la nervure, nous pensons qu'il s'agit là d'un protonéma secondaire, naissant de cellules spéciales ou *nématogones*, tel que ceux observés par Kützing, Correns et de Forest-Heald (1). Il y a même sur ces filaments pro-

(1) Cf. Géneau de Lamarlière, *Sur l'homologie de la tige feuillée, du protonéma et des rhizoïdes des Muscinées* (*Feuille des jeunes naturalistes*, 1900, p. 113).

tonémiques des cellules renflées, analogues aux propagules observés par M. Gaston Bonnier, sur certains protonémas associés à des Champignons.

Fissidens adiantoides Hedw., forma *major*, stérile; sur les parois de l'Aven de Gousinès, à 20 mètres de profondeur. D'autres échantillons provenant de l'Aven de Corgne, se rattachent plus difficilement au type que les précédents. Ils sont stériles. La taille est bien plus petite (10 à 15 millimètres), la denticulation est réduite à une simple sinuolation par les cellules marginales qui font saillie également sur tout le pourtour. Elle indiquerait un passage au *F. taxifolius;* mais les autres caractères, surtout la terminaison de la feuille, sont bien de l'*adiantoides*.

Fissidens taxifolius Hedw., stérile. Les échantillons de l'Aven de Corgne montrent des feuilles qui ne sont pas vraiment dentées, mais simplement sinuolées très régulièrement par la saillie des cellules marginales, même au sommet, alors que le plus ordinairement cette région de la feuille offre de véritables dents comme celles du *F. adiantoides*. Des échantillons provenant de l'Aven des « *Trois femmes mortes* » (Causse Méjan) ont exactement les mêmes feuilles; de plus, la plupart des tiges sont radiculeuses jusqu'au sommet, comme cela arrive fréquemment au *F. adiantoides*. Enfin d'autres individus de la même espèce, provenant d'un Aven sans nom, près le château de Blanquefort, dans la Lozère, montrent une sinuolation beaucoup plus oblitérée que dans les échantillons précédents, de sorte que les feuilles paraissent presque entières.

F. bryoides Hedw. Quelques maigres individus, fructifiés cependant et paraissant normaux, étaient mêlés aux échantillons de *F. taxifolius* de l'Aven sans nom (Lozère).

Gouffre de Padirac (Lot).

Les plateaux calcaires du Lot se rattachent à la partie méridionale de la Corrèze. Les Mousses et les Lichens forment, avec quelques Phanérogames, la maigre végétation qui s'y rencontre.

Bon nombre de ces Mousses se retrouvent dans le gouffre de Padirac, qui atteint 100 mètres de profondeur sur environ 50 de largeur. Les Mousses sont surtout localisées au fond et y forment

un vaste et épais tapis. En ce point elles reçoivent une lumière abondante. Il s'en trouve également sur les parois. Plusieurs espèces paraissent avoir subi des variations dues à la station particulière où elles se développent.

Voici les espèces qui ont été recueillies :

Hypnum molluscum Hedw. var. *gracile* N. Boul. — C'est la forme ordinaire des stations calcaires, un peu plus maigre seulement.

H. cupressiforme L., plante mâle. — L'aspect est celui de la var. *tectorum* Schp. Les feuilles des rameaux principaux sont à peine dentées et quelquefois légèrement sinuolées. Celles des derniers rameaux sont nettement dentées et marquent un passage à la variété *ericetorum* ou à l'*H. imponens* Hedw. Il n'y a pas de traces de nervures.

Dans un autre échantillon, fertile, celui-là, et de même port à peu près, les feuilles montrent des dents beaucoup plus rares et des traces de nervures. Un troisième échantillon montre encore des traces de dents.

D'autres échantillons stériles paraissent identiques à la variété *mamillatum* des rochers siliceux.

Hypnum filicinum L. — Forme grêle et stérile, vert brunâtre ou jaunâtre, déprimée, assez régulièrement pennée. Les rhizoïdes sont encore assez nombreux, les feuilles à peine sinuolées sont seulement un peu dentées à la base; elles ne sont pas homotropes, mais elles sont un peu décurrentes. La nervure se prolonge dans l'acumen comme dans les cas ordinaires. Enfin les cellules sont de deux à six fois aussi longues que larges. Ce sont donc surtout des modifications de port qu'a subies cette espèce.

Rhynchostegium rusciforme Br. eur. — Stérile; forme typique, mais de couleur jaunâtre-bronzée.

R. murale Br. eur. — Fertile. Bien vert, alors que les exemplaires des stations ordinaires présentent souvent des tons mordorés et bronzés.

Thamnium alopecurum Br. eur. — Stérile. C'est une des espèces qui présentent les modifications morphologiques les plus intéressantes. Les échantillons ont été recueillis surtout dans une station très humide près de la galerie d'amont. On sait que cette

espèce recherche en général les endroits frais fortement ombragés, et ne dédaigne pas les rochers humides, même inondés une partie de l'année : sa couleur est généralement vert sombre passant au noir. Dans les échantillons de Padirac, au contraire, la couleur a souvent une tendance à passer au vert clair. Les derniers rameaux, qui dans les échantillons normaux sont toujours effilés par suite d'une diminution progressive de la taille des feuilles qui les couvrent, mais qui en général restent assez courts, sont ici au contraire beaucoup plus allongés, et tendent dans beaucoup de cas à devenir comme filamenteux et grêles, ce qui donne à ces échantillons un aspect tout particulier et les rend quelquefois méconnaissables au premier coup d'œil.

La même espèce a été observée par l'un de nous sur le revêtement en craie de l'intérieur d'un puits, à Wez (Marne). Elle présentait des modifications dans le même sens, mais beaucoup plus exagérées encore : la couleur était vert clair très pâle, et les rameaux effilés atteignaient des longueurs de 8 à 10 centimètres, de sorte que les touffes rappelaient quelque peu le port, sinon la couleur, de l'*Eurhynchium prælongum*.

Ces formes allongées et grêles peuvent probablement être attribuées à l'humidité atmosphérique ; car, si l'on cultive sous cloche des Mousses diverses, on obtient presque toujours de ces rameaux grêles et allongés.

Les variations anatomiques ne nous ont pas paru correspondre exactement à l'intensité des modifications externes et changer dans le même sens. Nous les donnons telles quelles :

Feuilles caulinaires. — 1° Type : les feuilles des tiges principales sont triangulaires à sommet nettement denté, les cellules inférieures ont de 4 à 8 sur 1, les supérieures 2 à 3 sur 1 ; une rangée de cellules carrées forme une petite marge.

2° Padirac : la forme des feuilles est la même, mais le sommet est à peine sinuolé et même souvent entier, les cellules inférieures et supérieures sont plus longues, 8 à 12 sur 1, la rangée marginale est un peu plus allongée, 2 à 3 sur 1.

3° Wez : les feuilles sont encore triangulaires dans leur contour général, mais les deux angles de la base sont bien arrondis ; le sommet des feuilles est nettement denté comme dans le type. Les cellules ont aussi la même forme que dans le type, sauf celles

de la petite marge qui sont deux à trois fois plus longues que larges.

Feuilles raméales. — Sur les rameaux principaux les feuilles ont à peu près la même forme dans les trois cas :

1° Type : de grandes dents, souvent surdentées, marquent le sommet et descendent à peu près jusqu'au tiers de la hauteur; plus bas il n'y a plus que des sinuolations plus ou moins marquées. Les cellules basilaires, sur un cinquième environ de la surface, ont de 2 à 3 sur 1, vers la nervure, et de 4 à 8 sur 1, vers les bords; dans les quatre autres cinquièmes, elles sont isodiamétriques. La nervure est bien dentelée sur le dos.

2° Padirac : les dents du sommet sont plus espacées et plus rares, mais elles descendent plus bas que dans le type. Les cellules du cinquième inférieur sont aussi plus longues que dans le type : 4 à 5 sur 1, vers la nervure, 6 à 10 sur 1, vers les bords; dans le reste, elles sont isodiamétriques. La nervure est peu ou à peine dentelée.

3° Wez : la denticulation de la feuille tient à peu près le milieu entre les deux types précédents, et les cellules sont tout à fait semblables pour les dimensions relatives à celles du type général. La nervure est peu ou à peine dentelée sur le dos.

Les feuilles des rameaux effilés concordent entre elles dans les trois cas, aussi bien pour la forme générale que pour les dimensions des cellules.

Si, d'une part, les échantillons de Wez se montrent dans la disposition et la forme de leurs rameaux, aussi bien que dans la couleur de leurs feuilles à une distance plus grande de la forme typique, ils s'en rapprochent plus que ceux de Padirac au point de vue anatomique. D'autre part, on remarquera aussi que les différences entre les trois types sont plus accentuées dans les feuilles des tiges, beaucoup moins déjà dans celles des rameaux principaux, et disparaissent dans les rameaux effilés. D'une façon générale, la denticulation est moins accentuée et les cellules sont plus allongées dans les échantillons des cavernes et des puits que dans ceux des stations ordinaires.

Eurhynchium Stokesii Br. eur. — La plupart des échantillons sont vigoureux, d'un vert foncé, doublement pennés et rappel-

lent par leur port certains *Thuidium*, comme le *T. recognitum*. Les dernières ramifications sont assez longuement effilées et très grêles, présentant par là même un phénomène identique à celui qu'offre le *Thamnium alopecurum*. Fertile.

Eurhynchium prælongum Br. eur. Stérile. — Vert assez foncé, mais en partie décoloré.

E. crassinervium Br. eur. — Plante mâle seulement.

E. striatum Br. eur. — Stérile.

E. striatulum Br. eur. Stérile. — Sur le dos de la feuille l'extrémité des cellules se relève en papille saillante comme chez l'*Hylocomium triquetrum* ou l'*Hypnum rugosum*. La nervure est un peu dentée et les dents du sommet de la feuille sont semblables à celles du *Thamnium alopecurum*.

E. circinatum Br. eur. — Stérile, rabougri, montrant le même aspect que les échantillons de la grotte de la Madelaine (Hérault).

Brachythecium rutabulum Br. eur. — Stérile; assez vert, mais aussi en partie décoloré.

Camptothecium lutescens Br. eur. — Stérile.

Thuidium tamariscinum Br. eur. — Stérile; très commun.

Pterogynandrum filiforme Hedw. — Stérile; la couleur des échantillons est brun noir, comme brûlée; la nervure des feuilles est courte; le reste de la structure est normal. Cette espèce provient de la première plate-forme.

Mnium affine Schw. — Stérile, fortement décoloré.

M. stellare Hedw. — Stérile.

Webera sp.? — Mousse stérile, à port de *Webera annotina*, mais paraissant encore plus grêle, et différant par la structure des feuilles.

Bryum capillare L. : fertile; recueilli sur la première plate-forme.

Rhacomitrium heterostichum Brid. — Fertile, sur la première plate-forme. Les tiges sont courtes et presque dépourvues des rameaux noduleux caractéristiques. Le poil incolore qui termine les feuilles est plus court que dans le type de l'espèce, ce qui correspond à une station relativement moins éclairée.

Hedwigia ciliata Ehrh. — Stérile; sur la première plate-forme. On trouve le type à feuilles terminées par une portion incolore bien développée et la variété *viridis* Schimp., où cette portion décolorée est beaucoup plus réduite et presque absente. Cette dernière correspond également à une station ombragée, comme le *Rhacomitrium heterostichum*.

Barbula inermis C. Müll. — Fertile; trouvée sur la première plate-forme.

Barbula tortuosa W. et M. — Type et var. *fragilifolia* Sm., stériles.

Eucladium verticillatum Br. eur. — Stérile, normal.

Gymnostomum rupestre Schw. — Stérile, au fond du gouffre. Dans certains échantillons, les touffes sont encore assez denses et serrées, les tiges ont de 1 à 3 centimètres et portent des rameaux noduleux. Les feuilles sont rarement recourbées au dehors à l'état humide, planes aux bords ou à peine révolutées; la nervure épaisse atteint presque le sommet. Les cellules du tiers ou du quart inférieur sont plus claires, ont de 2 à 5 sur 1, et portent ordinairement deux papilles minces, coniques, très saillantes, ayant de 2 à 3 sur 1; la nervure porte aussi des papilles saillantes. Les cellules supérieures sont isodiamétriques ou carrées, mêlées quelquefois de cellules un peu plus longues, mais rarement. Les papilles qu'elles portent sont un peu moins saillantes que celles de la base de la feuille. Ces échantillons se rapprochent du *G. rupestre* Schw. et de la variété *stelliferum* Br. eur., plus que de tout autre, par les touffes lâches, la tige flexueuse, les feuilles étalées-arquées à l'état humide; mais elles ne sont pas crépues à l'état sec. Le substratum est d'ailleurs calcaire. D'autres échantillons, par leurs touffes lâches, leurs tiges très longues, 4-5 centimètres, ont un port de pleurocarpes. Les cellules de la base y sont plus courtes, plus opaques, occupant un espace plus restreint; les papilles y sont moins nettes et très déprimées. Le substratum est également calcaire, et la plante est submergée.

On remarquera que les Mousses du fond sont calcicoles préférentes pour la plupart, et plusieurs d'entre elles recherchent normalement les endroits ombragés. Deux espèces méditerranéennes s'y retrouvent : *Eurhynchium striatulum* et *circinatum*, les

autres sont de la zone silvatique ; l'une d'entre elles, le *Gymnostomum rupestre*, s'élève même assez haut dans les montagnes.

La première plate-forme présente surtout des espèces silicicoles : *Pterogynandrum filiforme*, *Rhacomitrium heterostichum*, *Hedwigia ciliata*, avec une espèce méditerranéenne calcicole : *Barbula inermis*.

La couleur générale est d'un beau vert, surtout au fond, avec quelquefois des portions décolorées. On y rencontre peu de ces tons mordorés ou jaune clair qui se trouvent plus volontiers en plein soleil.

Plusieurs espèces ont des rameaux effilés (*Thamnium alopecurum*, *Eurhynchium Stokesii*) indiquant une atmosphère humide. Les poils incolores qui terminent les feuilles ont une tendance à disparaître (*Rhacomitrium*, *Hedwigia*), ainsi que souvent la denticulation (*Thamnium*, etc.).

Conclusions.

Les recherches que nous avons faites sur les Mousses des cavernes permettent de tirer quelques conclusions intéressantes.

D'une façon générale, la flore bryologique des cavernes est formée d'un certain nombre d'espèces que l'on rencontre se développant dans les stations *convenables* des alentours, et par stations convenables, nous entendons les stations ombragées, fraîches ou humides, qui sous bien des rapports se rapprochent de celle des cavernes. Aussi les espèces des cavernes des régions chaudes ont-elles toujours une tendance boréale plus grande que celles de la majorité de la flore environnante, comme *Eurhynchium circinatum*, *E. striatulum*, *Leptodon Smithii* à la Madelaine (Hérault), etc.

En ce qui concerne le substratum, on trouve plus fréquemment des Mousses saxicoles, quelquefois des espèces arboricoles, lorsque par hasard des troncs d'arbres sont tombés dans les cavités, comme par exemple *Orthotrichum affine* à la Feindeille : parmi les espèces des rochers, celles qui dominent sont les espèces calcicoles, les étages calcaires ayant plus généralement donné des cavernes que les étages siliceux. Mais survienne un accident siliceux, on constate aussitôt des espèces silicicoles : *Pterogynan-*

drum filiforme, Hedwigia ciliata, Rhacomitrium heterostichum, sur la première plate-forme de Padirac.

Les suintements d'eau, les cours d'eau souterrains favorisent le développement de quelques espèces hygrophiles : *Gymnostomum rupestre, Eucladium verticillatum, Rhynchostegium rusciforme*, etc.

Mais le facteur le plus important à considérer est la lumière. Aucune Mousse ni aucune Hépatique n'a été rencontrée à l'obscurité absolue, c'est-à-dire dans la quatrième des zones que nous nous sommes tracées.

La troisième zone, celle où l'obscurité est partielle, montre un certain nombre d'espèces, généralement dépourvues de sporogones et profondément modifiées. La première et la deuxième zone, c'est-à-dire l'ouverture des grottes et leurs parois encore relativement bien éclairées, sont abondamment pourvues de Mousses que l'on trouve fréquemment en bon état de fructification, tout au moins les espèces qui dans les conditions ordinaires présentent le plus fréquemment des sporogones.

Il est à remarquer que les zones déterminées par l'éclairement ne sont que très indirectement en rapport avec la profondeur, et que mille circonstances physiques, parfois très accidentelles, peuvent en faire varier les limites dans une grande étendue; tout dépend de la conformation et de l'orientation des ouvertures et des galeries. Ainsi, à Padirac, les Mousses sont très abondantes et forment un véritable tapis au milieu même du fond de l'aven, à 100 mètres, aux endroits où se projette le cône lumineux qui passe par l'ouverture du puits. Mais, en dehors de ce point, elles sont beaucoup plus rares.

Les exigences des espèces par rapport à la lumière sont ici très diverses, comme d'ailleurs cela a lieu aussi à la surface du sol : tandis que certaines espèces peuvent végéter tant bien que mal dans une demi-obscurité, d'autres paraissent s'arrêter brusquement là où cesse la vive lumière, tel le *Fontinalis antipyretica* aux grottes de Caucalières (Tarn).

Dans plusieurs cas, les Hépatiques se sont montrées moins difficiles que les Mousses et ont mieux supporté l'obscurité (grottes de Caucalières, etc.).

Des modifications morphologiques et anatomiques sont en rapport avec cette différence dans l'éclairement, mais il faut ajouter

aussi que toujours d'autres facteurs influent sur les individus en même temps que le précédent, en particulier la chaleur, l'état hygrométrique de l'air, etc. Rien n'a été fait encore pour séparer d'une façon scientifique et expérimentale l'action de ces différents facteurs sur les Mousses. Aussi nous nous contenterons de donner les modifications en bloc, en laissant soupçonner dans certains cas la prédominance de tel ou tel facteur.

Les individus développés dans les endroits les plus obscurs sont souvent en touffes plus maigres, moins denses, plus pâles (ou même complètement décolorés) que leurs congénères développés à la lumière. Fréquemment on les trouve mêlés de ces formes mycéliennes qui rappellent certaines symbioses lichéniques. Mais, d'une façon plus générale, lorsque la lumière est un peu plus abondante, la teinte vert clair ou vert foncé domine au détriment des tons jaunes et mordorés qui sont fréquents dans les endroits ensoleillés à la surface du sol.

Dans plusieurs espèces, *Thamnium alopecurum*, *Gymnostomum rupestre*, etc., les tiges s'allongent beaucoup et s'effilent, les feuilles s'espacent en diminuant de taille et les individus prennent l'aspect de ceux que l'on obtient en cultivant les Mousses sous cloche dans une atmosphère humide. Dans ce cas, en particulier chez le *Thamnium alopecurum*, les cellules des feuilles deviennent proportionnellement plus longues (si on les compare à leur largeur).

Dans les espèces à feuilles dentées, le nombre des dents diminue (*Mnium undulatum*), ou bien les dents s'affaiblissent, s'oblitèrent et ne représentent plus que des sinuolations légères du contour (*Thamnium*, *Fissidens adiantoides*, etc.).

Enfin, les espèces dont les feuilles sont munies d'un poil incolore terminal (*Rhacomitrium*, *Grimmia*, *Hedwigia*) montrent une grande réduction de cet organe.
